

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## ④公開特許公報(A) 平2-210963

⑤Int.Cl.<sup>5</sup>H 04 N 1/40  
// G 06 F 15/68識別記号 B 6940-5C  
320 A 8419-5B

⑥公開 平成2年(1990)8月22日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全12頁)

⑦発明の名称 画像処理装置

⑧特 願 平1-31411

⑨出 願 平1(1989)2月10日

⑩発明者 山田 廉博 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

⑪発明者 谷岡 宏 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

⑫出願人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

⑬代理人 弁理士 丸島 健一

## 明細書

## 1. 発明の名称

画像処理装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 注目画素のデータを入力する入力手段と、  
所定領域の平均濃度値を求める演算手段と、  
前記演算手段により得られた平均濃度値に基づき、前記注目画素のデータを多値データに変換する多値化手段と、

前記注目画素のデータを多値データに変換する際に発生する誤差を補正する補正手段とを有することを特徴とする画像処理装置。

(2) 注目画素のデータを入力する入力手段と、  
所定領域の平均濃度値を求める演算手段と、  
前記演算手段により得られた平均濃度値に基づき、前記注目画素のデータを複数ビットからなる多値データに変換する多値化手段と、  
前記注目画素のデータを多値データに変換する際に発生する誤差を補正する補正手段とを有し、

前記演算手段は前記多値化手段にて多値化処理された複数ビットの多値データのうちビット量を削減した情報を用い所定領域の平均濃度値を求めることを特徴とする画像処理装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は画像データを3値、4値等の多値データに量子化処理する画像処理装置に関する。

## 〔従来技術〕

従来よりファクシミリ装置やデジタル複写機等の画像処理装置において、類似中間調処理方式として誤差拡散法や平均濃度近似法が提案されている。

前者の誤差拡散法は、文献 R. FLOYD & L. STEINBERG, "AN ADAPTIVE ALGORITHM FOR SPETIAL GRAY SCALE", SID75 DIGEST, PP36~37に開示されている如く注目画素の多値画像データを2値化(最濃レベルか又は最淡レベルに変換)し、前記2値化レベルと2値化前の多値画像データとの誤差に所定の量み付け

をして注目画素近傍の画素のデータに加算するものである。

また、後者の平均濃度近似法は、特開昭67-104369号に記載されているように、注目画素近傍の既に2値化された2値データを用いて注目画素を黒または白に3値化した場合のそれぞれの近傍画素との重み付け平均値を求め、この2つの平均値の平均を閾値として注目画素の画素データを2値化するものである。

#### [発明が解決しようとする課題]

前述した誤差拡散法は入力画像データと出力画像データとの誤差を補正する方式のため、入力画像と出力画像の濃度を保存することができ、解像度および階調性共に優れた画像を提供することができる。

しかしながら、誤差拡散法は入力画像データと出力画像データとの誤差を補正する際、多くの2次元演算をしなければならず、その処理量の多さにより、ハードウェア構成が大変複雑になるといった欠点があった。

優れた高品位な画像を得ることができる画像処理装置を提供するものである。

即ち、本発明の画像処理装置によれば、注目画素のデータを入力する入力手段と、所定領域の平均濃度値を求める演算手段と、前記演算手段により得られた平均濃度値に基づき、前記注目画素のデータを多値データに変換する多値化手段と、前記注目画素のデータを多値データに変換する際に発生する誤差を補正する補正手段とを有す。

また、本発明の画像処理装置によれば、注目画素のデータを入力する入力手段と、所定領域の平均濃度値を求める演算手段と、前記演算手段により得られた平均濃度値に基づき、前記注目画素のデータを複数ビットからなる多値データに変換する多値化手段と、前記注目画素のデータを多値データに変換する際に発生する誤差を補正する補正手段とを有し、前記演算手段は前記多値化手段にて多値化処理された複数ビットの多値データのうちビット量を削減した情報を用い所定領域の平均濃度値を求めるものである。

また、平均濃度近似法は2値化後の2値データを用いて演算を行うので、ハードウェア構成を簡素化することができると共に、極めて少ない処理量のため処理の高速化を実現することが可能である。

しかしながら平均濃度近似法は、單に注目画素を含めた領域の平均値に注目画素を近似させ、2値化を行うので階調数が制限されるとともに、ながらかな濃度変化を有する画像に対して特有の低周波のテクスチャが発生し、画質が劣化するといった欠点があった。

特に、前述した誤差拡散法、平均濃度近似法は2値化処理を目的に提案されたものであり、高画質化の為に3値以上の多値化処理への拡張を行う場合においては、処理情報量がさらに増加し、上述のような欠点がより顕著な問題となる。

#### [課題を解決するための手段]

本発明は上述した従来の課題を解決することを目的とし、データ処理量が少なく簡単なハードウェア構成で多値化処理を行うことができ、しかも、多値化処理を行うことにより階調性、解像度共に

#### [実施例]

以下、図面を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。

#### (第1の実施例)

まず本発明の第1の実施例の画像処理方法の原理について入力多値画像データを4値データに変換する場合を一例として説明する。

第1図(1)において、 $I(i, j)$ は4値化しようとする注目画素位置における入力画像の多値濃度データ(0~1の値とする)を示し、破線より上の画素位置はすでに4値化処理が行われており、注目画素の4値化後は $I(i, j+1), I(i, j+2) \dots$ と順次同様の処理が行われるものとする。

第1図(2)は4値化画像データを表わす図であり、4値化画像B( $i, j$ )は4値化後の濃度(0 or 1/4 or 2/4 or 3/4 or 1の値とする)を示す。破線で囲まれた部分は注目画素の処理時にはすでに4値化処理は終了しており、注目画素を4値化する際、これらの画素のデータは用いられる。

第1図(3)は重み付けマスクを表わす図である。

$R$ は平均濃度を求める為の重み付けマスクの一例で $3 \times 3$ サイズのマトリクスで表わしている。注目画素位置に相当する重みを $R(0, 0)$ とし、また $R(0, -1) = 0$ として用いる。

本方式は注目画素を黒から白の間で4濃度に4量化した場合を想定し、それぞれの場合の注目画素の近傍の平均4量化濃度を $m0(l, j)$ ,  $m1(l, j)$ ,  $m2(l, j)$ および $m3(l, j)$ とし次式で求める。

$$m0(l, j) = \sum_{x=0}^1 \sum_{y=-1}^1 R(x, y) \cdot B(l-x, j-y) - E(l, j) \quad \text{--- ①}$$

但し、 $B(l, j) = 1$

$$m1(l, j) = \sum_{x=0}^1 \sum_{y=-1}^1 R(x, y) \cdot B(l-x, j-y) - E(l, j) \quad \text{--- ②}$$

但し、 $B(l, j) = \frac{1}{2}$

$$m2(l, j) = \sum_{x=0}^1 \sum_{y=-1}^1 R(x, y) \cdot B(l-x, j-y) - E(l, j) \quad \text{--- ③}$$

但し、 $B(l, j) = \frac{3}{4}$

$$\frac{m1(l, j) + m2(l, j)}{2} < f(l, j) \leq \frac{m2(l, j) + m3(l, j)}{2} \text{ の時、}$$

$$B(l, j) = \frac{1}{2}, \quad E(l, j+1) = f(l, j) - m2(l, j) \quad \text{--- ④}$$

$$\frac{m2(l, j) + m3(l, j)}{2} \leq f(l, j) \text{ の時、}$$

$$B(l, j) = 1, \quad E(l, j+1) = f(l, j) - m3(l, j) \quad \text{--- ⑤}$$

のように式④～⑤に基づき4量化する。

ここで、4量化誤差 $E(l, j)$ は、1画素目つまり直前の画素 $f(l, j-1)$ を4量化した際に発生する誤差である。すなわち入力画素 $f(l, j-1)$ が4量化されたことは、該画素がその近傍における平均濃度 $m0(l, j-1)$ ,  $m1(l, j-1)$ ,  $m2(l, j-1)$ または $m3(l, j-1)$ のいずれかに近似されたことであり、それぞれの場合において入力画素 $f(l, j-1)$ に対して誤差が発生する。

本方式が従来より現実されている平均濃度近似法と異なり、且つ、それに比して結果的に中間画素再生能力が極めて向上する特徴的処理は、注目画素の1画素前に発生した4量化誤差 $E(l, j)$ を圧

$$m3(l, j) = \sum_{x=0}^1 \sum_{y=-1}^1 R(x, y) \cdot B(l-x, j-y) - E(l, j) \quad \text{--- ⑥}$$

但し、 $B(l, j) = 1$

第2図に式①～⑥で示した $M_0$ ～ $M_3$ および $B$ の値を示す。尚、上式において $E(l, j)$ は注目画素の1つ前の画素のデータ $f(l, j-1)$ を4量化した時に発生した誤差で、注目画素の平均値を算出する際その誤差は補正される。

一方、注目画素の多值濃度データ $f(l, j)$ は該平均濃度 $m0$ ,  $m1$ ,  $m2$ , および $m3$ を用いて4量化される。

つまり、

$$f(l, j) \leq \frac{m0(l, j) + m1(l, j)}{2} \text{ の時、}$$

$$B(l, j) = 0, \quad E(l, j+1) = f(l, j) - m0(l, j) \quad \text{--- ⑦}$$

$$\frac{m0(l, j) + m1(l, j)}{2} < f(l, j) \leq \frac{m1(l, j) + m2(l, j)}{2} \text{ の時、}$$

$$B(l, j) = \frac{1}{2}, \quad E(l, j+1) = f(l, j) - m1(l, j) \quad \text{--- ⑧}$$

目画素4量化時の平均値計算時にそれぞれ補正して、4量化処理を行う点に有り、このような処理を施すことにより4量化画像 $B(l, j)$ の各レベルに対して最適な補正を行なうことが出来、且つ、入力画像全般にわたり4量化後の画面上での濃度が完全に保存出来る。

本方式の処理量が極めて少ないにもかかわらず、極めて優れた画像再生能力が得られるのは、4量化時に発生する誤差 $E$ を隣接する1画素で補正するのみであるにもかかわらず、4量化後のデータを用いて平均濃度値を得ることにより、等価的に複数画素に対して該誤差 $E$ を分配し補正するのと同等の効果が得られるからであり、本方式の最も優位な特徴といえる。

第3図は、本発明の一実施例を示す画像処理装置のブロック図である。入力センサ部AはCCD等の光電変換電子およびこれを走査する画素装置より構成され原画の読み取り走査を行う。入力センサ部Aで読み取られた画素の画素データは、這次A/D変換部Bに送られる。ここでは各画素のデータ

を8ビットのデジタルデータに変換し、256レベルの階調数をもつデータに量子化する。次に補正回路CにおいてCCDセンターの感度ムラや照明光強による感度ムラを補正するためのシエーディング補正等をデジタル演算処理で行う。次にこの補正処理後のデータを4量化回路Dに退出する。4量化回路Dでは入力した8ビット多値の画像データを前述した方式により2ビット4値のデータに量子化処理する。プリンタEは多値プリンタで、4量化回路Dから送られてくる4値データに基づき画像を記録紙に再現する。

第4図は第3図における4量化回路Dの構成を示したブロック図である。第4図において、1, 2は4量化された4値データを1ライン分記憶する遅延RAM、3~7, 11は4値データを1画素遅延させるためのDF/F(フリップフロップ)、8は注目画素周辺の平均强度を演算し閾値を出力する平均强度演算ROM、9は入力された注目画素の多値データと前記閾値との差を演算する演算器、10はROM8から出力される閾値と注目画素の多値データ

る。

上記構成において、入力画像データI(i, j)に対して、4量化処理出力データB(i, j)を出力し、該4量化データはライン毎遅延させるための遅延RAM2, DF/F7に入力する。ここで該4量化データはRAM2, RAM1によりライン遅延され、1ライン遅延させた4量化データB(i-1, j+1)をRAM2出力、2ライン遅延させた4量化データB(i-2, j+1)をRAM1出力で得る。更にDF/F6出力はB(i-1, j), DF/F5出力はB(i-1, j-1)、同様にDF/F3出力およびDF/F4出力より、B(i-2, j)およびB(i-2, j-1)を得、DF/F7出力よりB(i, j-1)を得る事が出来る。上記4量化データは第3図に示す様に、入力画像I(i, j)近傍の既に4量化された4量化信号であり、第4図に示すROM8の入力アドレスに接続することによりROM8からは前記式①、および式②に基づき第2図に示した閾値M<sub>0</sub> + 1/6 Rを出力する。

ここで前記式①を用いて式③、式④、式⑤をそれぞれ変形すれば、

タとを比較する比較器、11はDF/F、12は注目画素の次に入力されるデータを多値化処理する回路に補正する調整データを演算するROM、13はROM8から出力された平均强度値から、前記画素を多値化処理した際に発生した誤差Eを演算する演算器、14は演算器9、および比較器10の出力に基づき4量化データを決定するROMである。

第5図は重みマスクを示した図で重みマスク1は注目画素を含め合計9画素の4量化されたデータから平均强度値を求めるためのマスクである。Sは重みマスクの合計を1に正規化するための値で重みマスク1の場合S=29となる。尚、第5図において重みマスク1に1/3Sを掛けているのは、第4図の遅延RAM1, 2, DF/F3~7に格納されている4量化データが0, 1, 2, 3を示す2ビットのデータのため、この2ビットのデータを前記式①~④に示した0, 1, 1, 1にするためである。

重みマスク2は重みマスク1を変形したもので、注目画素を含め合計15画素の4量化されたデータから平均强度値を演算する場合の重みマスクであ

$$m_1(i,j) = m_0(i,j) + \frac{1}{6}R(0,0) \quad \text{④}$$

$$m_2(i,j) = m_0(i,j) + \frac{1}{6}R(0,0) = m_1(i,j) + \frac{1}{6}R(0,0) \quad \text{⑤}$$

$$m_3(i,j) = m_0(i,j) + R(0,0) = m_2(i,j) + \frac{1}{6}R(0,0) \quad \text{⑥}$$

となる。従って平均4量化强度m(i, j)が確定すれば、m<sub>1</sub>(i, j), m<sub>2</sub>(i, j)およびm<sub>3</sub>(i, j)は一意的に決定出来る。つまりROM8は4量化閾値として、

$$\frac{m_0(i,j) + m_1(i,j)}{2}$$

$$= \left\{ \sum_{x=0}^2 \sum_{y=-1}^1 R(x,y) \cdot B(i-x, j-y) + \frac{1}{6}R(0,0) \right\} - E(i,j) \quad \text{⑦}$$

の右辺第一項を出力するものであり、更に演算器13により、4量化誤差E(i, j)が補正される。尚、第12式の右辺第一項は第2図に示したM<sub>0</sub> + 1/6 Rの閾値に相当する。閾値は、比較器10および演算器9に接続されており、演算器9においては、式⑤における不等式の両辺の差を演算し絶対値出力する。これにより、第2図の閾値M<sub>0</sub> + 1/6 RからI(i, j)がどれくらい超れていたかが解る。

また、比較器10では閾値  $M_0 + 1/6 R$  に比べて  $f(i, j)$  が大きいか否かのデータをROM12、ROM14へ出力する。この減算器9の出力 ( $M_0 + 1/6 R$  から  $f(i, j)$  がどれくらい離れているか) と比較器10の出力 ( $M_0 + 1/6 R$  より大きいか否か) により ROM14では4種データB ( $i, j$ ) を出力する。

また、式④の不等式を式①、式②、式③を用いて変形すれば、

$f(i, j) \leq m_0(i, j) + 1/6 R(0, 0)$  の時

$$B(i, j) = 0, E(i, j+1) = f(i, j) - m_0(i, j) \dots \text{⑤}$$

同様にして、式①、式②および式③より

$m_0(i, j) + 1/6 R(0, 0) \leq f(i, j) < m_0(i, j) + 3/6 R(0, 0)$  の時

$$B(i, j) = \frac{1}{2}, E(i, j+1) = f(i, j) - m_0(i, j) - \frac{1}{2}R(0, 0) \dots \text{⑥}$$

$m_0(i, j) + 3/6 R(0, 0) \leq f(i, j) < m_0(i, j) + 5/6 R(0, 0)$  の時

$$B(i, j) = \frac{3}{2}, E(i, j+1) = f(i, j) - m_0(i, j) - \frac{3}{2}R(0, 0) \dots \text{⑦}$$

$m_0(i, j) + 5/6 R(0, 0) \leq f(i, j)$  の時

$$B(i, j) = 1, E(i, j+1) = f(i, j) - m_0(i, j) - R(0, 0) \dots \text{⑧}$$

となる。

従って減算器9の出力値および比較器10の出力をROM12の入力アドレス端子に接続することに

比較器10の出力が0の時95)以上の場合、誤差Eを0としているのは、入力データ  $f(i, j)$  と平均濃度値との誤差が大きい場合、その部分をエツジ部と判定し、濃度を保存することによる解像度の低下を抑えるためである。

以上、本実施例におけるハードウェアは第4図に示した通り、数chipのRAM、ROMおよび演算ICにより小規模で実現出来る。また本実施例においては、多値化処理方法について4値化処理を一例として説明を行ったが、ROM12およびROM14に格納したテーブル変換用データを変更することで容易に3値化処理を行うことが出来る。またROM8、ROM12、ROM14およびRAM1、RAM2のアドレス入力数を増やすだけで、容易に5値以上の多値化処理を行うことが出来、第4図に示した以外のハードウェアの拡張を全く必要としない。

このように第1の実施例によれば、階調性および解像度共に良好に再現することができる多値化処理を小規模なハードウェア構成で高速に得ることが可能となる。

より、上式において重みR (0, 0) が認知である為に、本方式の特徴とする平均濃度値からの誤差E (i, j+1) は誤差演算ROM12によるテーブル変換により容易に求めることが出来る。一方、前述した如く減算器9および比較器10の両出力値をROM14の入力アドレス端子に接続することにより、同様にしてテーブル変換を行うことにより、四配4値化出力B (i, j) が確定出来る。

DP/F11は、上記誤差E (i, j+1) をデータ1クロツク期間遅延させる為のものである。

第6図に、ROM12に格納されているテーブルの一例を示す。なおこの場合、第5図に示す重みマスク1を用いたので、実際に入力される8bit画像濃度レベル (0~255) に正規化するため、平均濃度演算ROMテーブルは式①~④で得られる値を255倍し、8ビット値に変換した値となっている。この場合重みマスク1は第7図に示したものとなる。なお、第6図において減算器9の出力  $|f(i, j) - m_0(i, j) - 1/6 R(0, 0)|$  が、ある一定の値 (比較器10の出力が1の時133、

しかも本実施例では、多値表現に必要な処理データビット数の増加に対して、ハードウェア規模が左右されないため、高画質化への拡張が容易である。

また、本実施例によれば、誤差拡散法を用いた際に、誤差を分散させるために必要となる割算処理を必要としない為に、処理時の量子誤差が無く、もって入力画像と出力画像の濃度の保存が完全となる。

尚、前述した実施例では第5図の重みマスク1を用いた例を説明したが、重みマスク2に示したように  $3 \times 5$  画素範囲のごとく、平均値演算領域を広く設定すれば、より階調の再現性および文字認識等で要求される解像情報の再現性も向上することができる。

また、平均値濃度との誤差Eは、單一画素における補正に限定される事はなく、例えば、第1図において  $f(i, j+1)$  の多値化時に劣E (i, j+1)、  $f(i, j+2)$  の多値化時に劣E (i, j+1) のごとく、複数の画素に分配すれば、平均処理重みマ

スクが小さくとも、階調性の再現能力を向上することができる。また、該誤差 E を所定配分率で二次元的に複数の注目要素に対して配分し、補正を行っても良い。これにより、一次元的に誤差を分配する場合に比べ、再生画像に一様な方向性が現われるのを防止できる。

また、重みマスク 1, 2 は、注目要素に近づく程、大きくなるようにしたが、その傾斜・分布は固定されず、また、隣接しない複数位置の要素を用いる様マトリクスを構成しても良い。

また、前述の実施例においては、多量化時の誤差補正方法として、平均温度 m に対して、誤差 E による補正を行ったが、次式に示すように入力画像データに対して誤差 E による補正を行なっても同一の結果を得ることができる。

$$\cdot m_n(l, j) = \sum_{x=0}^2 \sum_{y=-1}^1 R(x, y) \cdot B(l-x, j-y) \quad (n=0, 1, 2, 3)$$

(但し  $B(l, j) = n/3$ )

$$\cdot f'(l, j) = f(l, l) + E(l, j)$$

または 0) を示す。R は、平均温度を求める為の重み付けマスクであり、一例として、 $3 \times 3$  サイズで注目要素位置に相当する重みを  $R(0, 0)$  とし、また  $R(0, -1) = 0$  として用いる。

さて、本画像処理方式では、注目要素位置における平均温度  $M(l, j)$  を次式より求める。

$$M(l, j) = \sum_{x=0}^2 \sum_{y=-1}^1 R(x, y) \cdot B(l-x, j-y) \cdots \textcircled{1}$$

ここで、注目要素位置における温度より取り得る 4 値化後の 4 値データ ( $Q(l, j) = 0, \frac{1}{6}, \frac{2}{6}, \frac{3}{6}$ ) に対する各々の 4 値化平均値を  $M_0(l, j)$ ,  $M_1(l, j)$ ,  $M_2(l, j)$  および  $M_3(l, j)$  とすると、

$$M_0(l, j) = \sum_{x=0}^2 \sum_{y=-1}^1 R(x, y) \cdot B(l-x, j-y) \quad (\text{但し } Q(l, j) = 0) \cdots \textcircled{2}$$

$$M_1(l, j) = M_0(l, j) + \frac{1}{6} R(0, 0) \quad (\text{但し } Q(l, j) = \frac{1}{6}) \cdots \textcircled{3}$$

$$M_2(l, j) = M_0(l, j) + \frac{2}{6} R(0, 0) \quad (\text{但し } Q(l, j) = \frac{2}{6}) \cdots \textcircled{4}$$

$$M_3(l, j) = M_0(l, j) + \frac{3}{6} R(0, 0) \quad (\text{但し } Q(l, j) = 1) \cdots \textcircled{5}$$

となる。これより、4 値化温度は各々次式により求まる。

( $f(l, j)$  は誤差補正前のデータ)  
( $f'(l, j)$  は誤差補正後のデータ)

## (第 2 の実施例)

前述した第 1 の実施例は、平均温度値を演算するために 2 ビットのデータを遅延 RAM 1, 2, DP/F3~7 に一時格納する構成であった。

第 2 の実施例は、この 2 ビットデータのうち上位 1 ビットを格納することにより、処理速度をさらに向上するとともに、メモリ容量を節約できるようにしたものである。

まず、第 2 の実施例の画像処理方式の原理について、第 1 の実施例と同様 4 値化処理を一例として説明する。

第 8 図において、 $f(l, j)$  は、4 値化しようとする注目要素位置における入力画像の多値温度データ (0~1 の値とする) を示し、破線より上の要素位置は既に 4 値化されており、該注目要素 4 値化後は  $f(l, j+1)$ ,  $f(l, j+2)$  へ順次同処理が行われるものとする。 $B(l, j)$  は、前記注目要素 4 値化後の 4 値 (2 bit) データの上位 bit データ (1

$$\frac{M_0(l, j) + M_1(l, j)}{2} = M_0(l, j) + \frac{1}{6} R(0, 0) \cdots \textcircled{6}$$

$$\frac{M_1(l, j) + M_2(l, j)}{2} = M_1(l, j) + \frac{3}{6} R(0, 0) \cdots \textcircled{7}$$

$$\frac{M_2(l, j) + M_3(l, j)}{2} = M_2(l, j) + \frac{5}{6} R(0, 0) \cdots \textcircled{8}$$

従って、該開値を用いて注目要素  $f(l, j)$  は、

$$f(l, j) + E(l, j) \leq M_0(l, j) + \frac{1}{6} R(0, 0) \text{ の時、}$$

$$Q(l, j) = 0, \quad E(l, j+1) = f(l, j) + E(l, j) - M_0(l, j) \cdots \textcircled{9}$$

$$M_0(l, j) + \frac{1}{6} R(0, 0) < f(l, j) + E(l, j) \leq M_0(l, j) + \frac{3}{6} R(0, 0) \text{ の時}$$

$$Q(l, j) = \frac{1}{3}, \quad E(l, j+1) = f(l, j) + E(l, j) - M_0(l, j) - \frac{1}{3} R(0, 0) \cdots \textcircled{10}$$

$$M_0(l, j) + \frac{3}{6} R(0, 0) < f(l, j) + E(l, j) \leq M_0(l, j) + \frac{5}{6} R(0, 0) \text{ の時}$$

$$Q(l, j) = \frac{2}{3}, \quad E(l, j+1) = f(l, j) + E(l, j) - M_0(l, j) - \frac{2}{3} R(0, 0) \cdots \textcircled{11}$$

$$M_0(l, j) + \frac{5}{6} R(0, 0) < f(l, j) + E(l, j) \text{ の時}$$

$$Q(l, j) = 1, \quad E(l, j+1) = f(l, j) + E(l, j) - M_0(l, j) - R(0, 0) \cdots \textcircled{12}$$

となる。

第9図によって、①～④式における  $M_0 \sim M_3$ 、4値化閾値および4値データQの状態を示す。4値化誤差E(i, j)は、1画素網つまり直前の画素(i, j-1)を4値化した際に発生する誤差である。すなわち、入力画素(i, j-1)が4値化されたことは、該画素がその近傍における平均画素  $M_0(i, j-1)$ 、 $M_1(i, j-1)$ 、 $M_2(i, j-1)$  または  $M_3(i, j-1)$  のいずれかに近似されたことであり、それぞれの場合において、入力画素(i, j-1)に対して、誤差が4値化時に発生する。

本方式において中間再生能力が極めて向上する特徴的処理は、該4値化誤差E(i, j)を次画素(i, j)に加算し、補正後の注目画素に対して4値化する点に有り、該処理を施すことにより、4値化データQ(i, j)の各レベルに対して最適な補正を行うことが出来、且つ入力画像全域にわたり4値化後の濃度が保存出来る。

第10図は第2の実施例における4値化回路Dの詳細を示したプロック図である。第11図は第5図

において、前記式⑥における不等式の両辺の差分値を演算する。従って、該差分値出力を演算ROM26の入力アドレス端子に接続することにより、前記式⑨～式⑪に基づき、第9図に示す様、ROM26によるテーブル変換により、容易に4値化処理データQ(i, j)を求め得ると共に、本実施例において用いた置きマスク(第11図(a))より注目画素に対する置きR(0, 0)が既知であることより、本方式の特徴とする平均濃度値Mからの4値化誤差E(i, j)は、該ROM26のテーブル変換により同時に求めることが出来る。

第12図に、ROM26に格納されているテーブルの一例を示す。格納データは入力データに合わせ8ビットデータに変換してあり、置きマスクは第7図のものが用いられる。第13図はROM26にアドレスとして入力されるデータとROM26から出力されるデータの形態を示した図である。

アドレスデータの8ビットは、第9図に示した  $M_0 + 1/6 R$  から入力データ(該画素で発生した誤差が補正されている)が、どれ位離れているか

と同様置きマスクの一例を示した図である。

第10図において、21および22はすでに4値化した画素データを基に、注目画素近傍平均濃度値を演算する為のライン選択回路および演算ROMである。ライン選択回路21には、該画素の4値化データ(2bit)のうち上位bitのみがデータとして入力しており、不図示の同期回路よりのクロック入力により、4値化処理終了毎に前記入力データを選択させる。該回路は、2ライン分のデータを選択出来る構成してあり、第8図に示した、点線で囲んだ領域における注目画素近傍2値データ(B)を演算ROM22に対して出力する。該データを、前記演算ROM22の入力アドレスに接続することにより、前記式⑥および式⑪に基づいて該ROM22において高速にテーブル変換し、4値化閾値を出力する。

一方、注目画素の濃度データI(i, j)は、加算器23において、4値化誤差E(i, j)で補正される。該加算器23出力および前記演算ROM22出力は、減算器25入力に接続してあり、該減算器25

を示すデータで、アドレスデータの1ビットは、入力データが  $M_0 + 1/6 R$  より上か下かを示している。つまり、第12図において、入力アドレスが0～255までは、入力データが  $M_0 + 1/6 R$  より小さいデータであることを意味し、4値化出力Qは0となる。誤差Eは第9図においてR(0, 0)が72であるので、 $1/6 R = 12$  となり、第12図に示した値となる。

また、入力アドレスが256～511の場合は、入力データが  $M_0 + 1/6 R$  より大きいデータであることを意味し、4値化出力はその大きさにより、1, 2, 3のいずれかの値となる。

尚、第12図において入力アドレス95および289以上で誤差Eを0としているのは、その場合、平均濃度と入力データとの間の誤差が大きいので、エッジ部と判定し、濃度を保存することによる、解像度の低下を抑えるためである。

ROM26から出力された誤差E(i, j)は、DF/Tよりなる選択器24により、データ1クロック期間選択させた後、前記加算器23に対して出力さ

れる。

以下、上記手順に従い、各画素における濃度データを順次4量化処理するものである。

尚、第2の実施例において用いた演算ROM22および26は、上記各式に基づき予め演算した値が格納しており、入力アドレス値に対して一意的に演算出力が得られるようにしてある。

以上、第2の実施例におけるハードウェアは、第10図に示した通り、数Chip ICにより構成されるものであり、従来例に比して極めて小規模に実現出来る。また、第1の実施例に比べても、平均濃度を求めるためのビット数を削減しているので、より高速な処理を行なうことができる。

また、第2の実施例における平均値演算領域を第11図(b)に示すように、 $3 \times 5$ 画素範囲の如く広く設定すれば、より階調再現性も向上し、且つ、文字原稿等で要求される解像情報の再現性も向上する。

また、本方式においては、第11図(c)に示す如く、同一の重みマスク領域においても、注目画

タの種類が1つ(1色)の場合を説明したが、入力データをR、G、B3色とすることで本発明はカラー画像にも適用することができる。

このように第2の実施例によれば、以下の効果がある。

- ①誤差遮断に必須となる計算処理を必要としない為、多量化処理時の量子誤差が全く無く、もって濃度が全画像領域にわたり保存される。
- ②小規模なハードウェアで、なめらかな階調再現能力を有し、誤差遮断と同等或はそれ以上の画像再生能力が得られる。
- ③平均値濃度の演算に際して必要なデータbit数が少なく、データ運送回路がシフトレジスタや運送RAM等により簡単に構成出来、また、テーブル変換用ROMの入力アドレス本数が少なく、小容量で安価なROMを使用出来る。従って、整型全体の構成が簡単であり安価に実現出来る。

#### (発明の効果)

以上説明した如く本発明によれば、データ処理量が少なく簡単なハードウェア構成で多量化処理

素に対して斜めに位置する画素に対する重み値を他画素に対する重み値に比して大とすれば、文字原稿等のような、急激に濃度の変化する画像に対して、極めて高い解像情報再現性を有する。

また、重み値は、注目画素に近づく程大としたが、その傾斜、分布は限定されず、また、隣接しない複数位置の画素に用いても良い。

また、平均値濃度との誤差Eは、單一次画素における補正に限定される事はなく、例えば第8図において $I(i, j+1)$ の多量化時に $\%E(i, j+1)$ 、 $I(i+1, j)$ の多量化時に $\%E(i, j+1)$ の如く、複数画素に分配すれば、平均値処理範囲が小なるとも、階調性の再現能力が向上する。

また、第2の実施例においては、多量化時の誤差補正方法として、注目画素濃度 $I(i, j)$ に対して、誤差 $E(i, j)$ による補正を行ったが、次式に示す様、平均濃度 $M(i, j)$ に対して誤差Eによる補正を行っても同等の結果を得ることができる。

$$M(i, j) = \sum_{x=0}^2 \sum_{y=0}^1 R(x, y) \cdot B(i-x, j-y) - E(i, j)$$

また、第1、第2の実施例においては、入力データ

を行なうことができ、しかも、多量化処理を行なうことにより、階調性、解像度共に優れた高品位な画像を得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は画素毎の多量化像、4量化画像および重み付けマスクを示した図。

第2図は第1の実施例における多量化処理の原理図。

第3図は本実施例における画像処理装置の構成を示したブロック図。

第4図は第3図の4量化回路の詳細を示したブロック図。

第5図は重みマスクの一例を示した図。

第6図は第4図のROM12に格納されているテーブルの一例を示した図。

第7図は重みマスクを8ビットデータに変換した場合の図。

第8図は画素毎の多量化像、2量化データおよび重み付けマスクを示した図。

第9図は第2の実施例における多量化処理の原理

図、

第10図は第2の実施例における多量化回路の構成を示したプロツク図。

第11図は第2の実施例に用いられる重みマスクの一例を示した図。

第12図は第10図のROM26に格納されているテーブルの一例を示した図。

第13図は第10図のROM26の入出力データの構造を示した図である。

図中、1, 2は遅延RAM、3, 4, 5, 6, 7, 11はD typeフリップフロップ回路、8は平均密度演算ROM、9, 13は算算器、10は比較器、12, 14はテーブルROM、21はライン遅延回路、22, 26は演算ROM、23は加算器、24は遅延器、25は減算器である。

出版人 キヤノン株式会社  
代理人 丸島義一



## (1) 多量化像

$f(i-z, j-1)$	$f(i-z, j)$	$f(i-z, j+1)$
$f(i-1, j-1)$	$f(i-1, j)$	$f(i-1, j+1)$
$f(i, j-1)$	$f(i, j)$	$f(i, j+1)$
-----	-----	-----

## (2) 4種化像

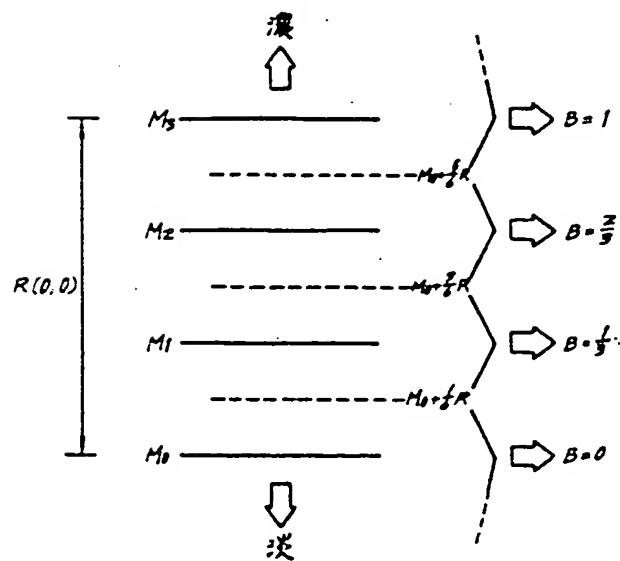
$B(i-z, j-1)$	$B(i-z, j)$	$B(i-z, j+1)$
$B(i-1, j-1)$	$B(i-1, j)$	$B(i-1, j+1)$
$B(i, j-1)$	$B(i, j)$	-----

## (3) 重み付マスク

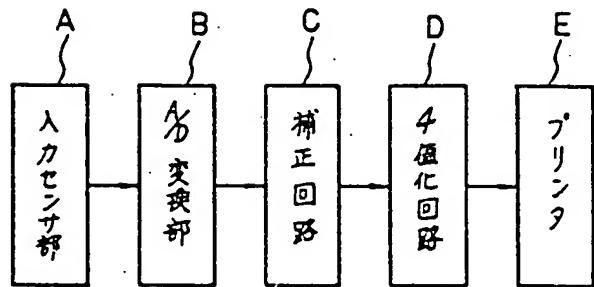
$R(z, 1)$	$R(z, 0)$	$R(z, -1)$
$R(1, 1)$	$R(1, 0)$	$R(1, -1)$
$R(0, 1)$	$R(0, 0)$	$R(0, -1)$

$$R(0, -1) = 0$$

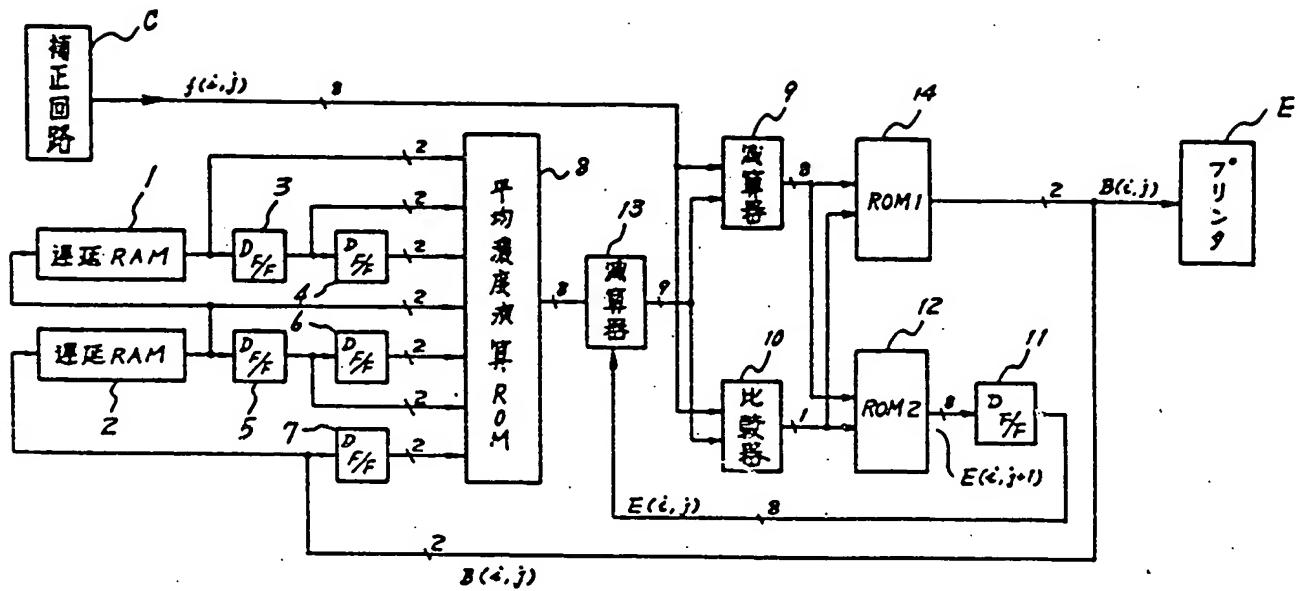
第1 図



第2 図



第3 図



第4図

1	3	1
3	5	3
5	8	0

$$\left[ \times \frac{1}{35} \right]$$

S=29

重みマスク1

1	3	5	3	1
3	5	7	5	3
5	7	10		

$$\left[ \times \frac{1}{35} \right]$$

S=58

重みマスク2

第5図

w[i][j]	比較結果出力	
	1	0
0	-12	12
1	-11	11
23	11	-11
24	-12	-12
25	-11	-13
47	11	-25
48	-12	-26
49	-11	-27
71	11	
72	12	
73	13	
93		-71
94		-72
95		0
131	71	
132	72	
133	0	
235	0	0

9	25	9
26	44	26
44	72	0

S=255

第7図

第6図

(1) 多値画像

$f(i-2, j-1)$	$f(i-2, j)$	$f(i-2, j+1)$
$f(i-1, j-1)$	$f(i-1, j)$	$f(i-1, j+1)$
$f(i, j-1)$	$f(i, j)$	$f(i, j+1)$

(2) 2 次ディフ

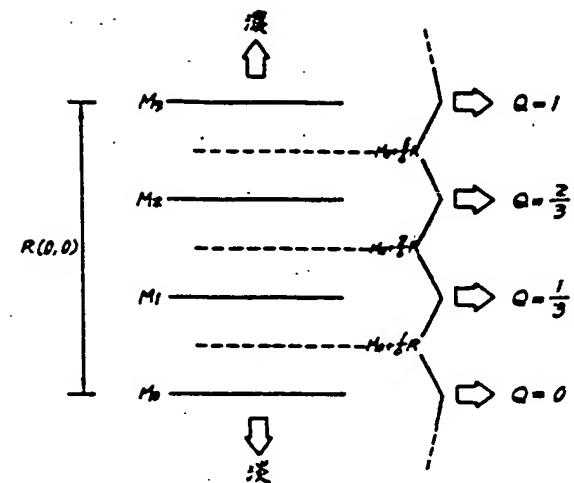
$B(i-2, j-1)$	$B(i-2, j)$	$B(i-2, j+1)$
$B(i-1, j-1)$	$B(i-1, j)$	$B(i-1, j+1)$
$B(i, j-1)$	$B(i, j)$	

(3) 電子積算マスク

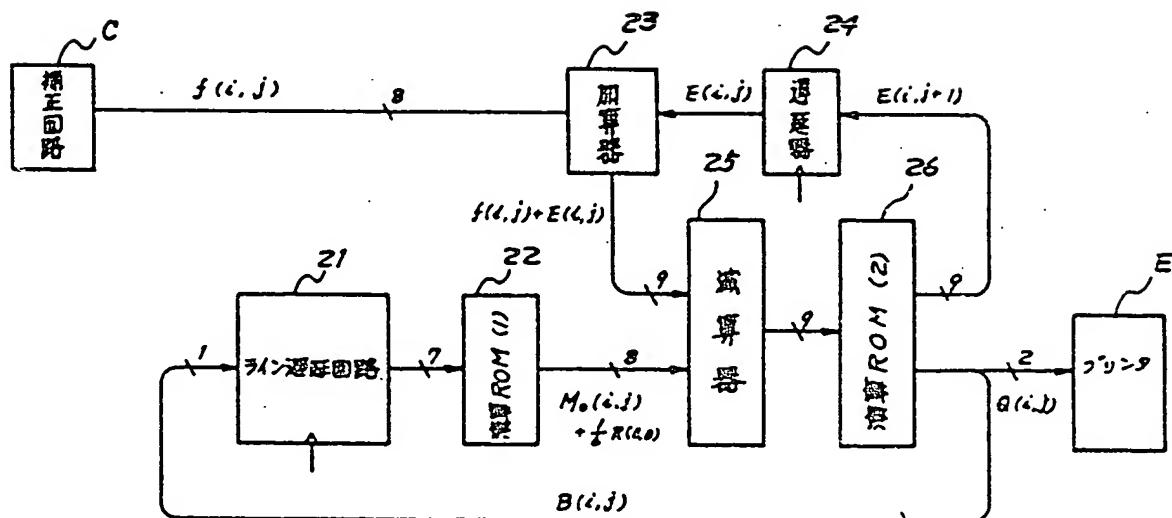
$R(z, 1)$	$R(z, 0)$	$R(z, -1)$
$R(1, 1)$	$R(1, 0)$	$R(1, -1)$
$R(0, 1)$	$R(0, 0)$	$R(0, -1)$

$$R(0, -1) = 0$$

第 8 図



第 9 図



第 10 図

1	3	1
3	5	3
5	8	0

(a)

$$\left[ \times \frac{1}{3} \right]$$

S=29

1	3	5	3	1
3	5	7	5	3
5	7	10	0	0

(b)

$$\left[ \times \frac{1}{5} \right]$$

S=58

5	3	1	3	5
3	7	5	7	3
1	5	10	0	0

(c)

$$\left[ \times \frac{1}{5} \right]$$

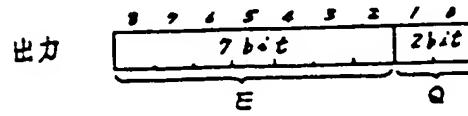
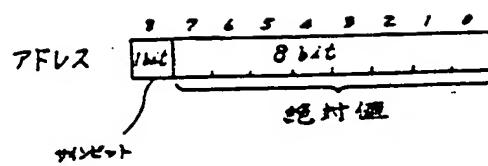
S=55

入力	出力
256	-12
257	-11
258	-10
259	-9
260	-8
261	-7
262	-6
263	-5
264	-4
265	-3
266	-2
267	-1
268	0
269	1
270	2
271	3
272	4
273	5
274	6
275	7
276	8
277	9
278	10
279	11
280	12
281	13
282	14
283	15
284	16
285	17
286	18
287	19
288	20
289	21
290	22
291	23
292	24
293	25
294	26
295	27
296	28
297	29
298	30
299	31
300	32
301	33
302	34
303	35
304	36
305	37
306	38
307	39
308	40
309	41
310	42
311	43

256	-12	1
257	-11	1
258	-10	1
259	-9	1
260	-8	2
261	-7	2
262	-6	2
263	-5	2
264	-4	2
265	-3	2
266	-2	2
267	-1	2
268	0	2
269	1	2
270	2	2
271	3	2
272	4	2
273	5	2
274	6	2
275	7	2
276	8	2
277	9	2
278	10	2
279	11	2
280	12	2
281	13	2
282	14	2
283	15	2
284	16	2
285	17	2
286	18	2
287	19	2
288	20	2
289	21	2
290	22	2
291	23	2
292	24	2
293	25	2
294	26	2
295	27	2
296	28	2
297	29	2
298	30	2
299	31	2
300	32	2
301	33	2
302	34	2
303	35	2
304	36	2
305	37	2
306	38	2
307	39	2
308	40	2
309	41	2
310	42	2
311	43	2

第 11 図

第 12 図



第 13 図